

AM

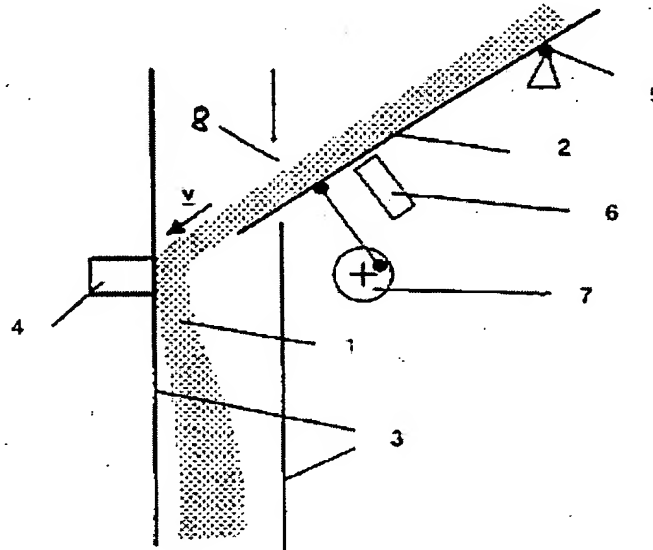
**Device for measuring a the mass flow rate of a particulate material flow hitting a vertical impact plate from a sloping chute, does not require calibration for different materials and is largely insensitive to material type**

Patent number: DE10134205  
 Publication date: 2003-01-30  
 Inventor: HEINRICI HARALD (DE); ALLENBERG BERND (DE)  
 Applicant: SCHENCK PROCESS GMBH (DE)  
 Classification:  
 - international: G01F1/30; G01F1/76  
 - european: G01F1/30; G01F1/76; G01G11/04B  
 Application number: DE20011034205 20010713  
 Priority number(s): DE20011034205 20010713

Report a data error here

**Abstract of DE10134205**

Device for measuring a material flow (1) comprises a sloping chute (2) and a vertical impact plate (3) with a force measurement device (4) for measuring the horizontal impact force. The chute has movable supports (5, 7) that can be used to apply a vertical oscillation to the chute. Means are provided for measuring the phase shift between the chute excitation and the oscillation in material speed and the consequent impact force which is used to determine the impact speed. The invention also relates to a corresponding method.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL  
 EV 636 851 828 US  
 DEC 30 2005

AM



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 34 205 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 F 1/30**  
G 01 F 1/76

②1 Aktenzeichen: 101 34 205.5  
②2 Anmeldetag: 13. 7. 2001  
④3 Offenlegungstag: 30. 1. 2003

DE 101 34 205 A 1

⑦1 Anmelder:  
Schenck Process GmbH, 64293 Darmstadt, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Behrens, H., Dipl.-Ing., Rechtsanwalt, 64295  
Darmstadt

⑦2 Erfinder:  
Heinrici, Harald, 38170 Kneitlingen, DE; Allenberg,  
Bernd, Dr., 64380 Roßdorf, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

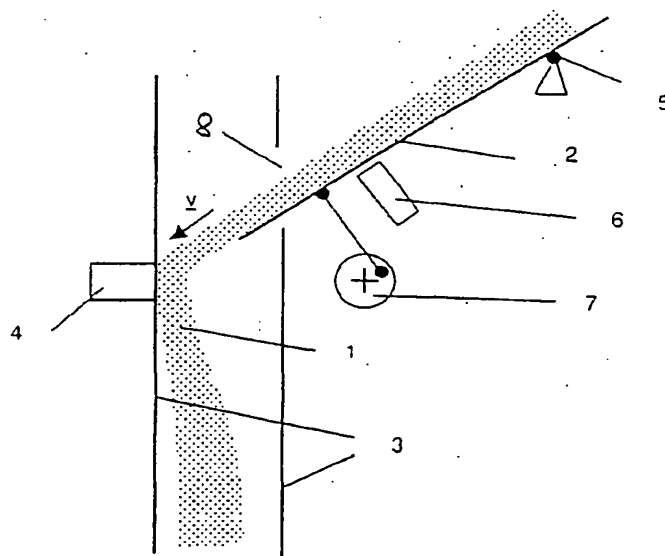
DE 24 49 765 C2  
DE 23 27 624 B  
US 56 98 794 A  
US 49 55 270

Derwent Abstract, SU -608-052 zu D2516B/15;  
JP 08233625 A., In: Patent Abstracts of Japan;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Prallplatten-Durchflußmeßvorrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Massenstrom-Durchfluß-  
meßvorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung eines  
Schüttgutstromes (1) mit einer Vorrichtung, die aus einer  
schräg nach unten geneigten Zuführrutsche (2) und einer  
vertikalen Prallplatte (3) besteht. Die Prallplatte (3) ist mit  
einer Kraftmeßvorrichtung (4) zur Erfassung der horizon-  
talen Aufprallkräfte (F) verbunden. Die Zuführrutsche (2)  
ist drehbar gelagert und mit einem Exzenterantrieb (7)  
verbunden, der dem Schüttgutstrom (1) vertikal oder min-  
destens mit einer vertikalen Komponente zur Förderrich-  
tung eine oszillierende Bewegung aufprägt. Aus der Pha-  
senverschiebung zwischen der anregenden oszillieren-  
den Bewegung und der daraus resultierenden oszillieren-  
den Aufprallkraft (F) an der Aufprallfläche des Abförder-  
rohres (3) wird mit Hilfe des vorgegebenen Abstandes  
zwischen dem Abwurfende der Zuführrutsche (2) und der  
Aufprallfläche am Abförderrohr (3) die Aufprallgeschwin-  
digkeit (v) ermittelt. Aus der erfaßten horizontalen Kraft-  
komponente (F) und der horizontalen Komponente der  
Aufprallgeschwindigkeit (v) wird daraufhin der Massen-  
strom und/oder die Schüttgutmenge berechnet.



DE 101 34 205 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Massenstrom-Durchflußvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Erfassung des Massenstroms von Schüttgütern mit einer Durchflußmeßvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

[0002] Zur Bestimmung der Masse und des Massenstroms von festen Schüttgütern werden in der Praxis in vielfältigen Varianten Prallplatten-Durchflußmeßgeräte eingesetzt. Bei diesen wird ein Schüttgutstrom aus einer Zuteilungsrinne auf eine ebene Prallplatte geleitet, die in einem bestimmten Winkel zum Schüttgutstrom ausgerichtet ist. Dabei werden die einzelnen Teilmassen beim Aufprall in ihrem Impuls geändert, dessen Summe ein Wert für die Durchflußmasse des Schüttgutstromes ergibt. Die Prallplatte ist dabei meist so gelagert, daß nur die horizontale Komponente der Impulse als Stoßkraft auf eine Wägezelle einwirkt, durch die die Gesamtkraft der auftreffenden Teilmassen ermittelt wird.

[0003] Eine theoretische Bestimmung der Meßkraft ist meist nicht möglich, da sowohl der Stoßfaktor, der den Anteil von elastischen und plastischen Stoßverhalten berücksichtigt, als auch der Reibungskoeffizient zwischen dem Fördergut und der Prallplatte, der von der jeweiligen Kornzusammensetzung und Feuchte des Fördergutes abhängt, Änderungen unterworfen ist. Deshalb sind die mit einer Prallplatten-Durchflußmeßeinrichtung gewonnenen Meßergebnisse über den Stoßfaktor extrem stark von der Struktureigenschaft des Schüttguts sowie von der effektiven Größe der Auftreffgeschwindigkeit abhängig. Befriedigende Genauigkeit können mit Prallplatten-Durchflußmeßgeräten daher nur erreicht werden, wenn die Schüttgutparameter konstant und zusätzlich die Materialaufgabe, d. h. die Fallhöhe und der Auftreffwinkel reproduzierbar erfolgt ist. Die beschriebenen Einflüsse werden bei Inbetriebnahme durch Materialkontrollmessungen mit Fördergut und Vergleich durch Nachwiegen auf einer statischen Waage empirisch berücksichtigt. Allerdings kann sich die Auftreffgeschwindigkeit auf der Prallplatte durch Reibungseinflüsse oder Änderung der Schüttguteigenschaften wie Feuchte und Fließfähigkeit erheblich ändern, so daß nicht nur durch die Änderung des Stoßfaktors, sondern auch durch die Änderung der Aufprallgeschwindigkeit sich die Meßgenauigkeit verschlechtern kann.

[0004] Aus der DE 29 50 925 A1 ist ein Verfahren zur Messung der Durchflußstärke mittels einer Prallplatten-Meßvorrichtung bekannt, bei der über eine Zuführvorrichtung die Schüttgüter über ein vertikales Rohr senkrecht auf eine schräggestellte Prallplatte geführt werden. Die Prallplatte ist horizontal gelagert und erfaßt mittels einer Meßvorrichtung die horizontalen Kräfte, die durch die Stoßimpulse auf die Prallplatte erzeugt werden. Da bei einer Änderung des Reibungskoeffizienten zwischen dem Schüttgut und der Prallplatte sich auch die Durchflußgeschwindigkeit ändern kann, ist bei dieser Prallplatten-Durchflußmeßvorrichtung am Prallplattenausgang eine Vorrichtung zur Geschwindigkeitsmessung vorgesehen. Diese Vorrichtung besteht aus einer Turbine bzw. einem Schaufelrad, über das der abgeführte Materialstrom geleitet wird. Dabei stellt die Drehzahl der Turbine einen Wert der Abflußgeschwindigkeit des Schüttgutstroms dar. In einer Auswertevorrichtung werden die Signale der Horizontalkraft und der Abflußgeschwindigkeit so miteinander verknüpft, daß daraus der Quotient gebildet wird, mit dem eine Korrektur der Reibkomponente auf der geneigten Platte erreichbar ist. Allerdings kann bei dieser Vorrichtung die Ablaufgeschwindigkeit noch erheblich von der Aufprallgeschwindigkeit abweichen, so daß hiermit keine Berücksichtigung unterschiedli-

cher Aufprallgeschwindigkeiten möglich ist.

[0005] Weiterhin ist aus der EP 0 593 699 B1 eine Schüttgutwaage bekannt, mit der ein Schüttgutstrom mittels einer Prallplatte ermittelt wird. Dazu wird über eine schräge Gleitbahn der Schüttgutstrom auf eine Rutsche geleitet, mit der über einen Kraftmesser die vertikale Kraftkomponente des Schüttgutstroms ermittelt wird. Nach der schrägen Rutsche wird der Schüttgutstrom auf eine vertikale Prallplatte geleitet, die ebenfalls mit einer Kraftmeßvorrichtung verbunden ist, die die horizontale Aufprallkraft erfaßt. Dabei wird über die vertikale Kraftmessung auf der geneigten Rutsche ein Gewichtswert ermittelt, der etwa der mittleren Schüttgutgeschwindigkeit auf der Rutsche entspricht und entsprechend im Meßergebnis berücksichtigt wird. Da allerdings auf der relativ langen geneigten Rutsche die Abfuhrgeschwindigkeit durch Reibungseinflüsse und dergleichen erheblich von der Anfangsgeschwindigkeit abweichen kann, entspricht diese mittlere Geschwindigkeit nicht in jedem Fall der Auftreffgeschwindigkeit auf der Prallplatte und kann so zu Meßungenauigkeiten führen.

[0006] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Prallplatten-Durchflußmeßgerät und ein damit durchzuführendes Verfahren zur Messung des Massenstroms v Schüttgütern zu schaffen, dessen Meßgenauigkeit verbessert ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 und 9 angegebene Erfindung gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Die Erfindung hat den Vorteil, daß durch die Ermittlung der Aufprallgeschwindigkeit und der horizontalen Aufprallkräfte der Massenstrom ermittelbar ist, ohne daß es einer besonderen Materialjustage der Meßvorrichtung bedarf. Das Gerät wird damit weitgehend unabhängig von Materialeigenschaften und Zuführbedingungen des Schüttgutstromes, die sich auf die Durchflußgeschwindigkeit auswirken können.

[0009] Die Erfindung hat weiterhin den Vorteil, daß auch Verunreinigungen oder Materialanhaftungen auf der Zuführtrasse und dem Abfuhrrohr nicht zu Beeinträchtigungen des Meßergebnisses führen, da sich diese durch die Erfassung der horizontalen Aufprallgeschwindigkeit und der Ermittlung der horizontalen Kraftkomponente nicht auf das Meßergebnis auswirken können.

[0010] Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist, näher erläutert. Die Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung eines Prallplatten-Durchflußmeßgerätes.

[0011] In der Zeichnung ist eine schräg geneigte oszillierend angetriebene Zuführtrasse 2 dargestellt, über die der Schüttgutstrom 1 gegen eine vertikale Prallplatte 3 geleitet wird und die die horizontale Aufprallkraft mittels einer Kraftmeßvorrichtung 4 erfaßt und aus der Phasenverschiebung zwischen der oszillierend angetriebenen Rutsche und der daraus resultierenden oszillierenden Aufprallkraft wird die Aufprallgeschwindigkeit und der Massenstrom ermittelt.

[0012] Das Schüttgut 1 rutscht über eine ausreichend geneigte Zuführtrasse 2 nach unten und mündet in einer Öffnung 8 eines Abfuhrrohres 3. Gegenüberliegend zu der Öffnung 8 in schräger Verlängerung der Rutsche 2 ist eine Kraftmeßvorrichtung 4 vorgesehen, mit der die Aufprallkräfte F in horizontaler Richtung erfaßt werden. Dabei wirkt das Abfuhrrohr 3 bzw. seine hintere Seitenwand als vertikale Prallplatte. Der Schüttgutstrom 1 wird beim Auftreffen auf die hintere Seitenwand in Höhe der Kraftmeßvorrichtung 4 in vertikale Richtung umgelenkt. Um einen vertikalen Abfluß des Schüttgutes 1 zu erreichen, hat das Abfuhrrohr 3 ein Verhältnis von Querschnitt zu Länge ausgehend

vom oberen Aufprallbereich nach unten, der einen Wert von  $< 2$  aufweist. Dadurch ist sichergestellt, daß das Schüttgut 1 eine horizontale Abführgeschwindigkeit von null besitzt, da das Schüttgut das Abführrohr 3 in vertikaler Richtung verläßt. Die Kraftmeßvorrichtung 4 ist vorzugsweise als Platt-

formwägezelle mit integrierter Parallelführung ausgebildet, die in der Nähe der Auftreffstelle angeordnet ist. [0013] Die schräg geneigte Zuführrutsche 2 ist an seinem oberen Endbereich an einem Drehlager 5 angeordnet. Das Drehlager 5 ist als Wälz- oder Kugellager ausgebildet. Das Drehlager 5 kann aber auch verschleißfrei aus orthogonal kreuzenden Blattfederelementen gebildet sein, die die Zuführrutsche 2 gegenüber einem ortsfesten Geräteteil fixieren und gegenüber diesem einen vorgesehenen Schwenkwinkel zulassen. In der Nähe der Öffnung 8 ist ein Exzenterantrieb 7 vorgesehen, der über einen Lenker mit der Zuführrutsche 2 verbunden ist. Dieser Exzenterantrieb 7 besteht vorzugsweise aus einem elektrischen Getriebemotor, der der Zuführrutsche 2 eine oszillierende horizontale Schwenkbewegung mit einer Frequenz von ca. 3 Hz aufträgt. Unter der Zuführrutsche 2 ist zusätzlich ein Wegaufnehmer 6 angeordnet, der die oszillierende Bewegung der Zuführrutsche 2 erfaßt. Statt des Exzenterantriebs 7 könnte die Zuführrutsche 2 auch federnd gelagert werden, wobei die Federkonstante so gewählt werden müßte, daß die Rutsche durch den Schüttgutfluß mit einer Eigenfrequenz von ca. 3 Hz schwingen würde.

[0014] Durch den Exzenterantrieb 7 überträgt sich die oszillierende Bewegung auch auf den Schüttgutfluß 1, so daß dieser vertikal und quer zu seiner Förderrichtung eine zusätzliche oszillierende Beschleunigung erfährt. Diese zusätzliche Vertikalbewegung verursacht auch eine oszillierende Kraft an der Prallplatte bzw. am Abführrohr 3, die durch die Wägezelle erfaßt wird. Da diese Kraftwirkung oszillierend ist, hebt sich deren Wirkung über der Zeit auf und hat deshalb keinen Einfluß auf das Meßergebnis der horizontalen Aufprallkraft  $F$ . Diese oszillierende Kraftwirkung an der Kraftmeßvorrichtung wird in seiner Phase erfaßt und mit der oszillierenden Anregungsbewegung am Wegaufnehmer 6 verglichen. Durch die zu überwindende Wegstrecke zwischen dem Abwurfende der Zuführrutsche 2 und dem Auftreffpunkt an dem Abführrohr 3 entsteht eine Phasenverschiebung zwischen den beiden erfaßten oszillierenden Signalen. Damit stellen die Kraftmeßvorrichtung 4 und der Wegaufnehmer 6 Mittel zur Erfassung der Phasenverschiebung dar. Über die vorgegebene Wegstrecke zwischen dem Abwurfende der Zuführrutsche 2 und dem Auftreffpunkt an dem Abführrohr 3 und der Phasenverschiebungszeit zwischen den oszillierenden Signalen wird in einer nicht dargestellten Auswertevorrichtung die Durchflußgeschwindigkeit des Schüttguts 1 ermittelt, die die Aufprallgeschwindigkeit  $v$  an der Aufprallwand des Abführrohres 3 darstellt. Ermittelt man die Aufprallgeschwindigkeit  $v$  über den horizontalen Weg zwischen dem Zuführrutschenende und der Aufprallwand, so erhält man gleich die horizontale Geschwindigkeitskomponente. Da sich die Impulsänderung proportional zum Massenstrom verhält und der Massenstrom eine lineare Funktion zwischen der Aufprallkraft des Schüttgutstromes 1 und dem Quotienten der Geschwindigkeitsänderung ist, kann der Massenstrom  $MF$  nach der Formel:

$$MF = F/\Delta v$$

berechnet werden. Dabei ist  $F$  die Aufprallkraft auf die Prallplatte 3 und  $\Delta v$  die Geschwindigkeitsänderung aufgrund der Umlenkung des Schüttgutstromes 1 in horizontaler Richtung. In der Formel geht die Änderung der Geschwindigkeit  $\Delta v$  im Gerät ein. Die Geschwindigkeit ist eine

variable Größe, da sie von den Vorbedingungen und den Schüttguteigenschaften abhängt. Die Geschwindigkeit wird deshalb vor dem Auftreffen auf der Prallplatte 3 im freien Flug des Schüttgutstromes 1 ermittelt. Damit ist die Aufprallgeschwindigkeit  $v$  bekannt. Da die horizontale Ablaufgeschwindigkeit durch konstruktive Maßnahmen wie die vertikale Ausrichtung des Abführrohres 3 und dessen Querschnitts-Längen-Verhältnis von kleiner 2 zu null gemacht wird, ist der Massengutstrom  $MF$  direkt proportional zur ermittelten Aufprallkraft  $F$  und der Aufprallgeschwindigkeit  $v$ .

[0015] In einer nicht dargestellten elektronischen Auswertevorrichtung sind damit unmittelbar aus der festgestellten Aufprallkraft  $F$  und der Aufprallgeschwindigkeit  $v$  der Massenstrom  $MF$  des Schüttgutes 1 ermittelbar. Dabei hat auch die Reibung des Schüttguts auf der Rutsche 2 keinen Einfluß auf das Meßergebnis des Massenstromes. Allerdings ist dabei sicherzustellen, daß innerhalb der Höhe des Schüttgutstromes 1 keine Geschwindigkeitsunterschiede auftreten, so daß möglichst größere Reibungen auf der Zuführrutsche 2 vermieden werden sollen. Dazu wird vorgeschlagen, die Zuführrutsche 2 aus einem glatten reibungsarmen Material herzustellen oder mit einer Bodenbelüftung auszurüsten, um dadurch die Reibkraft zu reduzieren und Anbackungen auf der Rutsche entgegenzuwirken.

#### Patentansprüche

1. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung zur Erfassung eines Schüttgutstromes (1) mit einer schrägen horizontal nach unten geneigten Zuführrutsche (2) und einer vertikalen Prallplatte (3), die mit einer Kraftmeßvorrichtung (4) zur Erfassung der horizontalen Aufprallkräfte verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Zuführrutsche (2) bewegliche Abstützmittel (5, 7) vorgesehen sind, die der Zuführrutsche (2) vertikal oder mindestens mit einer vertikalen Komponente zur Förderrichtung eine oszillierende Bewegung aufprägen und daß Mittel zur Erfassung der Phasenverschiebung der anregenden oszillierenden Bewegung der Zuführrutsche (2) und der daraufhin folgenden oszillierenden Aufprallkraft vorgesehen sind, die zur Bildung der Aufprallgeschwindigkeit ( $v$ ) dienen.
2. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützmittel (5, 7) eine Zweipunktlagerung der Zuführrutsche (2) bilden, wobei der eine Lagerpunkt aus einem angelenkten Exzenterantrieb (7) oder einer Abstützfeder gebildet ist und der andere Lagerpunkt aus einem Drehlager (5) oder einer Blattfederlagerung besteht.
3. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an der Zuführrutsche (2) ein Wegaufnehmer (6) angeordnet ist, der als Mittel zur Erfassung der anregenden oszillierenden Bewegung der Zuführrutsche (2) vorgesehen ist.
4. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß am Antriebsmotor des Exzenterantriebs (7) ein inkrementaler Wegaufnehmer vorgesehen ist, der mit Hilfe der Motorgeschwindigkeit die Bewegungsphasen der Zuführrutsche (2) erfaßt.
5. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßvorrichtung (4) als Wägezelle mit integrierter Parallelführung ausgebildet ist.
6. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Prallplatte als Abführrohr (3) ausgebildet ist, dessen Verhältnis vom Querschnitt zur Länge unterhalb des Auftreffpunktes kleiner als 2 ist.

7. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführutsche (2) aus einem Material mit geringer Oberflächenreibung besteht und/oder Öffnungen zur Bodenbelüftung aufweist. 5

8. Massenstrom-Durchflußmeßvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der angelenkte Exzenterantrieb so ausgebildet ist, daß er der Zuführutsche (2) eine oszillierende Bewegung mit einer Frequenz von 1 Hz bis 6 Hz aufprägt. 10

9. Verfahren zur Erfassung des Massenstroms von Schüttgütern mit einer Durchflußmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Phasenverschiebung zwischen der erfaßten anregenden oszillierenden Bewegung der Zuführutsche (2) und der erfaßten oszillierenden Aufprallkraft die Schüttgutlaufzeit zwischen dem Abwurfende an der Zuführutsche (2) und der Aufprallfläche am Abführrohr (3) ermittelt wird und aus dem vorgegebenen Abstand zwischen der Aufprallfläche und dem Abwurfende die Aufprallgeschwindigkeit (v) gebildet wird. 20 25

10. Verfahren zur Messung des Massenstroms nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß aus der erfaßten horizontalen Komponente der vom Schüttgutsstoß verursachten Aufprallkraft (F) und der horizontalen Komponente der Aufprallgeschwindigkeit (v) der Massenstrom (MF) und/oder durch Integration des Massenstroms (MF) die Schüttgutmenge ermittelt wird. 30

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

